

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Jenis-Jenis Air**

Air adalah suatu senyawa hidrogen dan oksigen dengan rumusan kimia  $H_2O$  yang berikatan secara kovalen, ikatan ini terbentuk akibat dari terikatnya electron secara bersama.

##### **2.1.1 Jenis-Jenis Air Baku**

###### **1. Air Hujan**

Air hujan merupakan penyubliman awan/uap air menjadi air murni yang ketika turun dan melalui udara akan melalui benda-benda yang terdapat di udara, diantara benda-benda yang terlarut dari udara tersebut adalah: gas  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ , juga zat-zat renik dan debu. Dalam keadaan murni, air hujan sangat bersih, tetapi setelah mencapai permukaan bumi, air hujan tidak murni lagi karena ada pengotoran udara yang disebabkan oleh pengotoran industri/debu dan lain sebagainya. Maka untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaklah menampung air hujan terlebih dahulu jangan pada saat hujan mulai turun karena masih banyak mengandung kotoran (Sutrisno, 1996).

###### **2. Air Permukaan**

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mengalami pengotoran selama pengaliran. Dibandingkan dengan sumber lain air permukaan merupakan sumber air yang tercemar berat. Keadaan ini terutama berlaku bagi tempat-tempat yang dekat dengan tempat tinggal penduduk. Hampir semua sisa kegiatan manusia yang menggunakan air atau dicuci dengan air, pada waktunya akan dibuang ke dalam air permukaan. Disamping manusia, flora dan fauna juga turut mengambil bagian dalam mengotori air permukaan, misalnya batang-batang kayu, daun-daun, tinja dan lain-lain. Jadi, dapat dipahami bahwa air permukaan merupakan badan air yang mudah sekali dicemari terutama oleh kegiatan manusia. Oleh karena itu, mutu air permukaan perlu mendapat perhatian yang seksama kalau air permukaan akan dipakai sebagai bahan baku air bersih. Beberapa sumber air yang termasuk

ke dalam kelompok air permukaan adalah air yang berasal dari sungai, danau, lautan dan sebagainya (Kusnoputanto, 1986).

### 3. Air Tanah

Jumlah air di bumi relatif konstan, tetapi air tidak diam, melainkan bersirkulasi akibat pengaruh cuaca sehingga terjadi suatu siklus yaitu siklus hidrologi. Pada proses tersebut air hujan jatuh ke permukaan bumi. Air hujan tersebut ada yang mengalir masuk ke permukaan (mengalami *run off*) dan ada juga yang meresap ke dalam tanah (mengalami perkolasi) sehingga menjadi air tanah baik yang dangkal maupun yang dalam (Slamet, 2009). Air tanah mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut, di dalam perjalanannya ke bawah tanah membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan dengan air permukaan. Secara praktis air tanah adalah air bebas polutan karena berada di bawah permukaan tanah. Tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa air tanah dapat tercemar oleh zat-zat yang mengganggu kesehatan. Air tanah terbagi atas 3 yaitu (Sutrisno, 1996):

#### a. Air Tanah Dangkal

Terjadi karena daya proses peresapan air permukaan tanah, lumpur akan tertahan demikian pula dengan sebagian bakteri sehingga air tanah akan jernih. Air tanah dangkal akan terdapat pada kedalaman 15 meter. Air tanah ini bisa dimanfaatkan sebagai sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal. Dari segi kualitas agak baik sedangkan kuantitasnya kurang cukup dan tergantung pada musim.

#### b. Air Tanah Dalam

Terdapat pada lapisan rapat air pertama dan kedalaman 100-300 meter. Ditinjau dari segi kualitas pada umumnya lebih baik dari air tanah dangkal sedangkan kuantitasnya mencukupi tergantung pada keadaan tanah dan sedikit dipengaruhi oleh perubahan musim.

### c. Mata Air

Mata air adalah tempat dimana air tanah keluar kepermukaan tanah. Keluarnya air tanah tersebut secara alami dan biasanya terletak di lereng- lereng gunung atau sepanjang tepi sungai. Berdasarkan munculnya kepermukaan air tanah terbagi atas 2 yaitu :

- a. Mata air (*graviti spring*) yaitu air mengalir dengan gaya berat sendiri. Pada lapisan tanah yang permukaan tanah yang tipis, air tanah tersebut menembus lalu keluar sebagai mata air.
- b. Mata air artesis berasal dari lapisan air yang dalam posisi tertekan. Air artesis berusaha untuk menembus lapisan rapat air dan keluar ke permukaan bumi.

#### 2.1.2 Air Bahan Baku Pembuatan *Aquadest*

Air umpan pembuatan *aquadest* pada umumnya haruslah merupakan air bersih yang telah diturunkan kandungan konduktivitas dan TDS nya. Oleh karena itu, air umpan pembuatan *aquadest* kebanyakan menggunakan air yang bersumber dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Oleh karena itu, untuk dapat menghasilkan air yang baik, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) sebenarnya memiliki teknologi yang sesuai dengan pengolahan air minum, tetapi ini juga dipengaruhi oleh kualitas dari air yang dijadikan sebagai bahan baku apakah air tersebut tercemar atau tidak.

Air PDAM merupakan Air yang diolah perusahaan air minum (PDAM) yang bersumber dari air sungai ataupun air tanah. Air ini diolah dengan maksud agar bakteri berbahaya terbunuh dan biasanya untuk dapat membunuh bakteri digunakan larutan kimia klorin. Air tersebut melalui suatu proses pengolahan, penyimpanan dan pemanfaatan air minum melalui proses penjernihan air dan dapat terkonversi menjadi air yang digunakan untuk produksi makanan dan air yang digunakan untuk produksi makanan dan keperluan oral lainnya.

## 2.2 *Aquadest*

*Aquadest* merupakan air demineralisasi yang telah melalui proses purifikasi atau proses penjernihan dengan menghilangkan kandungan mineral yang terdapat di dalam air tersebut. *Aquadest* memiliki banyak kegunaan, salah satunya yaitu *aquadest* berperan sebagai pelarut yang memiliki kemampuan untuk

melarutkan banyak zat kimia, beberapa jenis gas, dan banyak macam molekul organik sehingga *aquadest* disebut sebagai *pelarut universal*. *Aquadest* berada dalam kesetimbangan dinamis antara fase cair dan padat di bawah tekanan dan temperatur standar. Oleh karena itulah *aquadest* biasanya dimanfaatkan untuk bahan penelitian di laboratorium akademik maupun pemerintah, rumah sakit dan apotik. *Aquadest* memiliki kesamaan dengan aqua DM (*Aquademin*) yaitu terbebas dari kandungan mineral. namun yang membedakannya yaitu *aquademin* juga haruslah terbebas ion positif yang berasal dari logam dan juga ion negatif yang berasal dari udara, gas, halogen dan belerang serta harus memenuhi persyaratan mikroorganisme tertentu.

Rumondor dan Porotu'o (2014) mengemukakan bahwa *aquadest* merupakan air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan. *Aquadest* aman bagi kesehatan apabila telah memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif. Sedangkan dalam bentuk ion, *aquadest* dapat dideskripsikan sebagai asosiasi (ikatan antara sebuah ion hidrogen ( $H^+$ ) dengan sebuah ion hidroksida ( $OH^-$ )).

Dalam penelitian Petrucci (2008), dikatakan bahwa *aquadestilata* (*aquadest*) adalah air dari hasil penyulingan (diuapkan dan diembunkan kembali) yang memiliki kandungan  $H_2O$  murni. *Aquadest* memiliki rumus kimia yaitu  $H_2O$  yang berarti dalam 1 molekul terdapat 2 atom hidrogen kovalen dan atom oksigen tunggal. *Aquadest* bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan temperatur 273,15K ( $0^\circ C$ ). *Aquadest* juga memiliki sifat-sifat fisika, di antaranya viskositas yaitu 1,002 centipoise pada  $20^\circ C$ .

Achmad (2004) mengemukakan bahwa air mempunyai konstanta dielektrik yang sangat tinggi sehingga berpengaruh besar terhadap sifat-sifat pelarutnya, hal tersebut menyebabkan banyak senyawa ionik berdisosiasi dalam *aquades*. Selain itu *aquades* memiliki kapasitas kalor yang cukup tinggi yaitu 1 kal/ $gr^\circ C$  sehingga menyebabkan kalor yang diperlukan untuk merubah suhu dari sejumlah massa yang cukup tinggi. Sifat-sifat penting dari *aquadest* lainnya dapat diamati pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat-sifat Penting *Aquadest*

Sifat	Efek dan Kegunaan
Pelarut yang sangat baik	Transpor zat makanan dan bahan buangan yang dihasilkan oleh proses biologi
Konstanta dielektrik paling tinggi di antara cairan murni lainnya	Kelarutan dan ionisasi dari senyawa ini tinggi dalam larutannya
Transparan terhadap cahaya tampak dan sinar yang mempunyai panjang gelombang lebih besar dari ultraviolet	Tidak berwarna, mengakibatkan cahaya yang dibutuhkan untuk fotosintesis mencapai radiasi tertentu
Tegangan permukaan lebih tinggi daripada cairan lainnya	Faktor pengendali dalam fisiologi, membentuk fenomena tetes di permukaan
Bobot jenis tertinggi dalam bentuk cairan (fasa cair) pada 4°C	Air beku (es) mengapung, sirkulasi vertikal menghambat stratifikasi badan air
Proses penguapan lebih tinggi dibandingkan dengan cairan lain kecuali amonia	Menentukan transfer panas dan molekul air antara atmosfer dan badan air
Kapasitas kalor lebih tinggi dibandingkan cairan lain kecuali amonia	Stabilitas dari temperatur organisme dan wilayah geografis
Panas laten dan peleburan lebih tinggi daripada cairan lain kecuali amonia	Temperatur stabil pada titik beku

Sumber : Achmad, 2004.

Spesifikasi air reagen dapat mengacu pada regulasi ASTM (*American Society for Testing and Materials*) D1193-99e1, ISO (*International Organization for Standardization*) 3696, dan CLSI-CLRW (*Clinical Laboratory Standards Institute-Clinical Laboratory Reagent Water*). Beberapa laboratorium mengacu pada standar ASTM D1193-99e1 yang terbagi atas 4 tipe, yaitu Tipe I, Tipe II, Tipe III dan Tipe IV. Tabel 2.2 menunjukkan standar parameter kimia dan fisika sesuai dengan regulasi ASTM

Tabel 2.2. Standar Kimia dan Fisika ASTM untuk Air Reagen (pada 25°C)

Parameter Kimia dan Fisika	Tipe I	Tipe II	Tipe III	Tipe IV
Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	<0,056	<0,1	<0,25	<5,0
Resistivity ( $\text{M}\Omega.\text{cm}$ )	>18	>1,0	>4,0	>0,2
pH	-	-	-	5,0-8,0
<i>Total Organic Carbon (TOC)</i> (ppb atau $\mu\text{g}/\text{l}$ )	50	50	200	Tidak terbatas
Sodium (ppb atau $\mu\text{g}/\text{l}$ )	<1	<5	<10	<50
Klorida (ppb atau $\mu\text{g}/\text{l}$ )	<1	<5	<10	<50
Total Silika (ppb atau $\mu\text{g}/\text{l}$ )	<3	<3	<500	Tidak terbatas

Sumber: ASTM D1193-99e1

Adapun standar biologi ASTM dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut:

Tabel 2.3. Standar Biologi ASTM untuk Air Reagen

Parameter Biologi	Tipe A	Tipe B	Tipe C
Heterotropic bacteria count (CFU/ml)	<10/1000	<10/100	<100/10
Endotoxic (unit/ml)	<0,03	<0,25	-

Sumber: ASTM D1193-99e1

Standar ISO berbeda dengan standar ASTM dalam hal penggolongan kategorinya. Berikut adalah standar regulasi ISO 3696 mengenai air reagen:

Tabel 2.4. Standar ISO untuk Air Reagen

Parameter	Tipe I	Tipe II	Tipe III
Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	<0,1	<0,1	<5,0
pH pada 25°C	-	-	5,0-7,0
Silika ( $\text{mg}/\text{l}$ )	<0,01	<0,02	-
Residu setelah evaporasi dengan pemanasan 110°C ( $\text{mg}/\text{kg}$ )	-	<1	<2

Sumber: ISO 3696

Dalam proses pembuatannya, *aquadest* dapat diolah melalui dua metode, yaitu :

#### 1. Metode Pemanasan

Metode pemanasan dalam proses pembuatan *aquadest* dilakukan melalui proses distilasi. Proses distilasi ini merupakan suatu proses dengan cara pemisahan adanya bahan kimia menurut perbedaan kecepatan yang menguap atau volatilitas yakni dengan suatu teknik pemisahan berdasar dengan perbedaan titik didih dalam kegunaannya untuk memperoleh senyawa murni. Zat yang memiliki

titik didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu. Metode ini termasuk sebagai unit operasi kimia jenis perpindahan panas.

Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya. Model ideal distilasi didasarkan pada Hukum Raoult dan Hukum Dalton. Metode pemanasan pada pembuatan *aquadest* menggunakan seperangkat alat destilasi yang terdiri dari ketel suling / distilator, kondensor dan evaporator.

Distilasi terbagi menjadi empat jenis, yaitu sebagai berikut :

- a. Distilasi Sederhana, pada distilasi sederhana, dasar pemisahannya adalah perbedaan titik didih yang jauh atau dengan salah satu komponen bersifat volatil.
- b. Distilasi Fraksionasi, fungsi distilasi fraksionasi adalah memisahkan komponen-komponen cair, dua atau lebih, dari suatu larutan berdasarkan perbedaan titik didihnya. Distilasi ini juga dapat digunakan untuk campuran dengan perbedaan titik didih kurang dari  $20^{\circ}\text{C}$  dan bekerja pada tekanan atmosfer atau dengan tekanan rendah.
- c. Distilasi Uap, digunakan pada campuran senyawa-senyawa yang memiliki titik didih mencapai  $200^{\circ}\text{C}$  atau lebih. Distilasi uap dapat menguapkan senyawa-senyawa ini dengan suhu mendekati  $100^{\circ}\text{C}$  dalam tekanan atmosfer dengan menggunakan uap atau air mendidih. Sifat yang fundamental dari distilasi uap adalah dapat mendistilasi campuran senyawa di bawah titik didih dari masing-masing senyawa campurannya.
- d. Distilasi vakum, biasanya digunakan jika senyawa yang ingin didistilasi tidak stabil, dengan pengertian dapat terdekomposisi sebelum atau mendekati titik didihnya atau campuran yang memiliki titik didih di atas  $150^{\circ}\text{C}$ . Metode distilasi ini tidak dapat digunakan pada pelarut dengan titik didih yang rendah jika kondensornya menggunakan air dingin, karena komponen yang menguap tidak dapat dikondensasi oleh air.

## 2. Metode Tanpa Pemanasan

Metode tanpa pemanasan dilakukan melalui proses *reverse osmosis*. Proses *reverse osmosis* merupakan suatu metode penyaringan yang dapat menyaring berbagai molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan ketika larutan itu berada di salah satu sisi membran seleksi (lapisan penyaring). Proses tersebut menjadikan zat terlarut terendap di lapisan yang dialiri tekanan sehingga zat pelarut murni bisa mengalir ke lapisan berikutnya. Membran seleksi itu harus bersifat selektif atau bisa memilah yang artinya bisa dilewati zat pelarutnya (atau bagian lebih kecil dari larutan) tetapi tidak bisa dilewati zat terlarut seperti molekul berukuran besar dan ion-ion.

Metode tanpa pemanasan proses pembuatan *aquadest* adalah menggunakan membran bertingkat yang terdiri dari membran *mikrofilter*, membran *ultrafilter*, *ion exchanger* dan membran *reverse osmosis*.

### 2.3 Kegunaan *Aquadest*

*Aquadest* dalam penggunaannya memiliki beberapa kegunaan sebagai berikut :

#### a. *Aquadest* dapat digunakan di laboratorium

Kegunaan *aquadest* ini dapat dimanfaatkan untuk pencampur zat pada saat melakukan praktek kimia di laboratorium, *reagent*, dan tentunya sebagai pembersih dari alat-alat laboratorium. Air *aquadest* sebagai cairan pembersih dari beragam alat-alat laboratorium yang telah digunakan untuk penelitian, praktek, analisis kadar konsentrasi suatu senyawa, dan lain sebagainya.

#### b. *Aquadest* dalam pengolahan baja

*Aquadest* bermanfaat dalam pemotong baja dan pendingin mesin dimana alat atau mesin tersebut akan membutuhkan air sebagai pendingin mesin tersebut. Tidak hanya itu, *aquadest* juga dapat menghambat adanya kerak dan lumut yang akan berkembang.

#### c. *Aquadest* bermanfaat di bidang kimia

Kegunaan *aquadest* sering dimanfaatkan sebagai bahan pelarut atau pencampur dari bahan-bahan kimia. Air *aquadest* bermanfaat untuk meneliti kandungan suatu konsentrasi atau senyawa.



d. *Aquadest* sebagai air aki

*Aquadest* biasanya digunakan untuk air aki. Misalnya saja, untuk perawatan terhadap pengisi aki pada motor atau pun mobil.

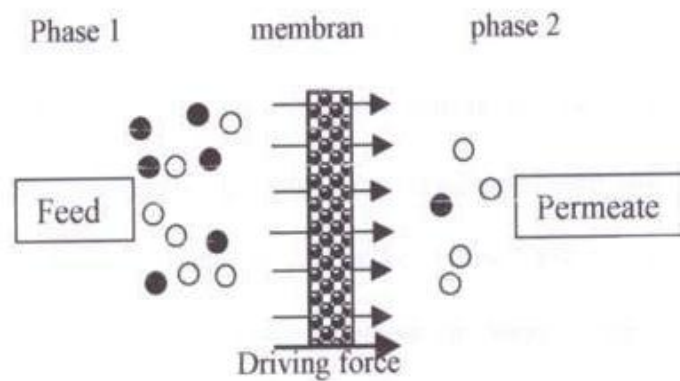
## 2.4 Filter Membran

### 2.4.1 Pengertian Filter Membran

Membran berasal dari bahasa Latin “membrana” yang berarti kulit kertas. Saat ini kata “membran” telah diperluas untuk menggambarkan suatu lembaran tipis fleksibel atau film, bertindak sebagai pemisah selektif antara dua fase karena bersifat semi permeabel (Widayanti, N; 2013).

Membran merupakan lapisan tipis diantara dua fasa yang bersifat selektif (semipermeabel) dan berfungsi mengatur perpindahan komponen pada dua kompartemen yang berdekatan tersebut. Hal ini berarti, jika dua larutan umpan yang terdiri dari dua komponen atau lebih dikontakkan/ dilewatkan pada sebuah membran, maka terdapat komponen yang akan tertahan oleh membran dan komponen lain yang dapat melewati membran. Komponen umpan yang tertahan oleh membran disebut sebagai retentat (konsentrat) sedangkan komponen umpan yang melewati membran disebut permeat. Secara definitif menurut Wenten (2000), membran memiliki arti sebagai lapisan tipis yang berada diantara dua fasa dan berfungsi sebagai pemisah selektif.

Proses membran adalah proses pemisahan pada tingkat molekuler atau partikel yang sangat kecil. Proses pemisahan dengan membran dimungkinkan karena membran mempunyai kemampuan memindahkan salah satu komponen lebih cepat daripada komponen lain berdasarkan perbedaan sifat fisik dan kimia dari membran serta komponen yang dipisahkan. Perpindahan dapat terjadi oleh adanya gaya dorong (*driving force*) dalam umpan yang berupa beda tekanan (P), beda konsentrasi (C), beda potensial listrik (E), dan beda temperatur (T) serta selektifitas membran yang dinyatakan dengan rejeksi (R). Hasil pemisahan berupa permeat (bagian dari campuran yang melewati membran). (Mulder, 1996).



Gambar 2.1 Pemisahan Partikel Oleh Membran

Filtrasi dengan menggunakan membran ini merupakan alternative yang digunakan untuk menggantikan filtrasi pasir lambat (*slow sand filtration*). Teknologi ini mengurangi biaya operasional dan instalasi. Teknologi membrane ini digunakan dalam instalasi pengolahan air dengan tujuan untuk menghasilkan air layak minum.

Teknologi membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan proses lain, antara lain:

1. Pemisahan dapat dilakukan secara kontinu;
2. Konsumsi energi umumnya relatif lebih rendah;
3. Proses membran dapat mudah digabungkan dengan proses pemisahan lainnya (*hybrid processing*);
4. Pemisahan dapat dilakukan dalam kondisi yang mudah diciptakan;
5. Mudah dalam *scale up*; tidak perlu adanya bahan tambahan; dan
6. Material membran bervariasi sehingga pemakaiannya mudah diadaptasikan;

Sedangkan kekurangan dari teknologi membran dibandingkan dengan proses lain yaitu :

1. Fluks permeasi dan selektifitas membran pada umumnya terjadi fenomena bahwa fluks permeasi berbanding terbalik dengan selektifitas membran. Semakin tinggi fluks permeasi seringkali berakibat menurunnya selektifitas membran dan sebaliknya. Sedangkan hal yang diinginkan dalam proses

berbasiskan membran adalah mempertinggi fluks permeasi dan selektifitas membran

Sistem membran ini umumnya dibedakan menjadi empat jenis yaitu Reverse osmosis (RO), Elektrodialisis (ED), Ultrafiltrasi (UF), dan Mikrofiltrasi (MF). Sesuai dengan nama dan tingkatan dari tipe filtrasi diharapkan akan didapatkan air olahan dengan tingkat kualitas tertentu pula. Misalnya dengan menggunakan proses penyaringan ultra filtrasi (UF) dengan derajat penyaringan sekitar 0,1 sampai 0,01 micron, diharapkan sebagian besar dari padatan tersuspensi (*suspended material*) akan tersaring. Dengan menggunakan proses penyaringan osmosis balik (*reverse osmosis*, RO) dapat digunakan untuk mengolah air laut menjadi air tawar (Said, 2009).

#### 2.4.2 Jenis-Jenis Filter Membran

Aplikasi membran yang digunakan berdasarkan ukuran pori-pori membran dan mekanisme kerja membran atau proses pemisahannya dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu:

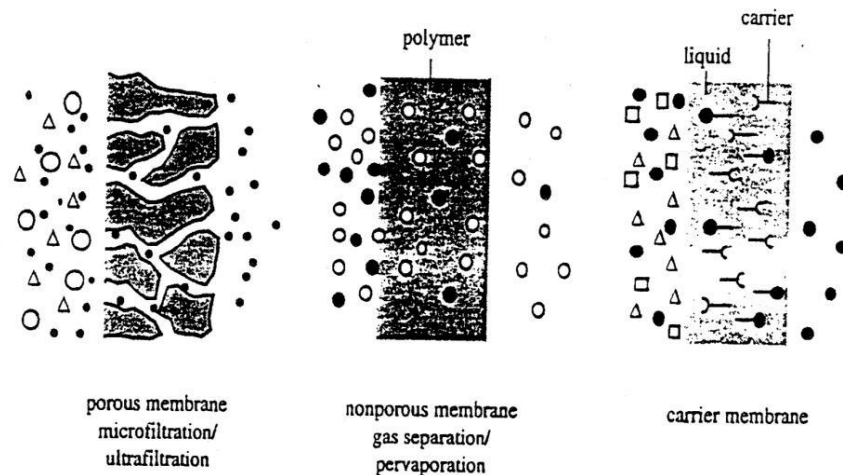
##### a. Mikrofiltrasi

Mikrofiltrasi (MF) dikomersialkan pertama kali pada tahun 1927 oleh Sartorius-Werke di Jerman. Mikrofiltrasi merupakan proses dengan *driving force* beda tekanan dimana koloid tersuspensi dan partikel dengan ukuran 0,1-20  $\mu\text{m}$  dapat ditahan oleh membran mikropori. Mikrofiltrasi biasanya dioperasikan pada TMP (*Trans Membrane Pressure*) yang relatif rendah ( $< 5\text{psi}$  atau 3,4 bar) dan fluks permeatnya sangat tinggi ( $10^{-4} - 10^{-2} \text{ m/s}$  untuk membran tanpa *fouling*) (Scott, 1995). Mikrofiltrasi merupakan membran dengan proses asimetrik, dengan ketebalan 10-150  $\mu\text{m}$ , *driving force* yang diizinkan  $< 2 \text{ bar}$  (Mulder, 1996).

Mikrofiltrasi menggunakan membran mikroporous yang mempunyai ukuran pori efektif berkisar antara 0,07–1,3  $\mu\text{m}$  (mikron), dan umumnya mempunyai ukuran pori aktual 0,45  $\mu\text{m}$ . Ukuran partikel yang dapat dihilangkan dengan proses mikro filtrasi berkisar antara 0.05 sampai 1  $\mu\text{m}$ . (Wenten, 2015).

Aliran melalui membran mikroporus dapat terjadi dengan menggunakan yang tekanan rendah, tetapi umumnya untuk aplikasi pengolahan air minum atau air limbah dilakukan dengan memberikan sedikit tekanan untuk meningkatkan

produksi (fluks). Membran mikro filtrasi dapat menyaring atau menghilangkan partikel dengan ukuran sampai 0,1 – 0,2  $\mu\text{m}$ . Dalam hal ini mikro filtrasi dapat digunakan untuk menghilangkan kekeruhan, *alga*, *bacteria*, *cysta giardia*, *oocysta cryptosporodium* dan seluruh material padatan. Mikrofiltrasi sering juga digunakan untuk menghilangkan padatan tersuspensi atau koloid di dalam air limbah (Said, 2009).



Gambar 2.2 Skema Berdasarkan Kerapatan Pori

Mikrofilter dapat menahan koloid, mikroorganisme dan suspensi solid dan bahan-bahan yang ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan rata-rata ukuran pori karena penahanan adsorptive. Membran komposit film tipis terbuat dari berbagai bahan polimer untuk substratnya ditambah polimer lapisan fungsional di atasnya. Membran mengalami perubahan karena memampat dan fouling (sumbat). Pemampatan atau fluks merosot itu serupa dengan perayapan plastik/logam bila terkena beban tegangan kompresi. Semakin besar tekanan dan suhu, biasanya tak reversibel dan membran makin mampat. Normalnya, membran bekerja pada suhu 21-35°C. *Fouling* membran itu diakibatkan akibat zat-zat dalam air baku misalnya kerak, pengendapan koloid, oksida logam, organik dan silica.

Mikrofilter merupakan membran yang digunakan dalam proses filtrasi berukuran mikro. Sistem pemisahan pada membran mikrofilter memiliki beberapa keunggulan sebagai berikut :

1. Tidak merubah molekul zat dan fasa
2. Beroperasi tanpa pemakaian panas sehingga tidak merusak unsur

3. Menghemat energi karena energi cahaya digunakan saat memompa fluida
4. Beroperasi pada temperatur ruang
5. Tidak ada penambahan zat kimia selama proses berlangsung
6. Perolehan hasil buangan minimal
7. Memerlukan ruangan yang tidak luas
8. Memerlukan biaya operasi yang lebih murah

b. Ultrafiltrasi

Proses ini merupakan pemisahan efektif yang menggunakan membran dengan ukuran pori sekitar 0,005 – 10 mikron. Ultrafiltrasi mampu menyisihkan virus, bakteri, partikel koloid, dan senyawa organik berat bermolekul tinggi. Jika terjadi *fouling* maka membran harus diganti. Beberapa jenis membrane ultrafiltrasi tertentu dapat di *backwash*. Membrane ini tersusun atas dua lapisan yang sangat tipis dan lebih tebal di atasnya dengan pori-pori halus (Wenten, 2015).

Ultrafiltrasi (UF) merupakan proses pemisahan menggunakan membran dengan ukuran pori-pori berkisar antara 0,1-0,001  $\mu\text{m}$  (mikron). Biasanya, membran UF akan menghilangkan kotoran dari zat yang mempunyai berat molekul tinggi, material koloid, serta molekul polimer organik atau anorganik. Zat organik dengan berat molekul rendah dan ion ion seperti natrium, kalsium, magnesium klorida, serta sulfat tidak dapat dipisahkan oleh Membran UF. Karena hanya zat dengan berat molekul tinggi yang dapat dihilangkan atau dipisahkan, maka perbedaan tekanan osmotik di permukaan Membrane UF diabaikan (Said, 2009).

Tekanan operasi rendah sehingga cukup untuk mencapai tingkat fluks yang tinggi dari membran ultrafiltrasi. Fluks membran UF didefinisikan sebagai jumlah air yang disaring atau diproduksi per satuan luas permukaan membran per satuan waktu. Umumnya fluks dinyatakan sebagai galon per meter persegi per hari (GFD) atau sebagai meter kubik per meter persegi per hari. Membran ultrafiltrasi (UF) dapat memiliki fluks sangat tinggi tetapi dalam banyak aplikasi praktis fluks bervariasi antara 50 sampai 200 GFD pada tekanan operasi sekitar 50 psig. Sedangkan, membran *reverse osmosis* (RO) hanya memproduksi antara 10-30 GFD pada 200-400 psig (Notodarmojo,dkk 2011).

Ultrafiltrasi, seperti *reverse osmosis*, adalah proses pemisahan secara aliran lintas (*cross-flow*). Air yang akan diolah dialirkan secara tangensial ke sepanjang permukaan membran, sehingga menghasilkan dua aliran. Aliran air yang masuk dan meresap melalui membran disebut aliran air olahan (*permeate*). Jumlah dan kualitas air olahan akan tergantung pada karakteristik membran, kondisi operasi, serta kualitas air bakunya. Aliran lainnya yakni aliran air buangan (*reject*) atau disebut *concentrate*, dimana di dalam aliran air buangan mengandung zat atau kotoran yang telah dipisahkan oleh membran sehingga konsentrasinya menjadi lebih pekat. Oleh karena itu di dalam pemisahan secara aliran silang (*cross-flow*), membran itu sendiri tidak bertindak sebagai kolektor ion, molekul, atau koloid tetapi hanya bertindak sebagai penghalang (Notodarmojo,dkk 2011).

Di dalam proses penyaringan dengan menggunakan filter konvensional, media penyaring atau filter cartridge, hanya menghilangkan padatan tersuspensi dengan menjebak kotoran dalam pori-pori media filter. Oleh karena itu filter ini bertindak sebagai deposit dari padatan tersuspensi dan harus sering dibersihkan atau diganti. Filter konvensional umumnya digunakan untuk pengoalahan awal sebelum proses pengolahan dengan sistem membran, yaitu untuk menghilangkan padatan tersuspensi yang relatif besar, sedangkan proses penyaringan dengan membran digunakan untuk menghilangkan partikel dan padatan terlarut.

Di dalam proses ultra filtrasi, untuk beberapa aplikasi, tidak menggunakan filtrasi awal (prefilter) sehingga modul ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan padatan tersuspensi atau material emulsi koloid. Berbagai bahan telah digunakan untuk membran ultrafiltrasi secara komersial, tetapi yang paling banyak dipakai adalah *polysulfone* dan selulosa asetat (Said, 2009).

### c. *Reverse Osmosis*

Proses ini pertama kali dijbarkan oleh ilmuan Perancis pada tahun 1748. Pada percobaan yang dilakukan tercatat saat itu air secara spontan berdifusi membentuk membran menuju alcohol. 200 tahun kemudian modifikasi dari proses ini dikenal dengan nama *Reverse osmosis*. *Reverse osmosis* mampu menyingkirkan beragam kontaminan aestetik yang menimbulkan rasa tidak sedap,

warna, dan efek bau yang disebabkan oleh klorin dan sulfat. Serta bahan kimia non organik seperti garam, metal dan mineral. Proses ini meliputi pemisahan pelarut (*solvent*), seperti air, dari larutan garam dengan menggunakan membran semi permeabel dan tekanan hidrostatik. ukuran pori mencapai 0.0001 mikron.

*Reverse osmosis* adalah kebalikan dari fenomena osmosis. Osmosis merupakan fenomena pencapaian kesetimbangan antara dua larutan yang memiliki perbedaan konsentrasi zat terlarut, dimana kedua larutan ini berada pada satu bejana dan dipisahkan oleh lapisan semipermeabel. Kesetimbangan terjadi akibat perpindahan pelarut dari larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut rendah ke larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi. Saat kesetimbangan konsentrasi dicapai maka terdapat perbedaan tinggi larutan yang dapat didefinisikan sebagai tekanan osmosis (Yoshi & Widiassa, 2016).

Prinsip dasar *reverse osmosis* adalah memberi tekanan hidrostatik yang melebihi tekanan osmosis larutan sehingga pelarut dalam hal ini air dapat berpindah dan larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi ke larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi ke larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut rendah. Prinsip *reverse osmosis* ini dapat memisahkan air dari komponen-komponen yang tidak diinginkan dan dengan demikian akan didapatkan air dengan tingkat kemurnian yang tinggi (Yoshi & Widiassa, 2016).

Proses *reverse osmosis* menggerakkan air konsentrasi kontaminan yang tinggi (sebagai air baku) menuju ke penampungan yang memiliki konsentrasi kontaminan yang rendah. Dengan menggunakan air bertekanan tinggi di sisi air baku sehingga dapat menciptakan proses yang berlawanan (*reverse*) dari proses alamiah osmosis.

Keunggulan proses osmosis balik antara lain yakni pengopersianya dilakukan pada suhu kamar, tanpa instalasi pembangkit uap, mudah untuk memperbesar kapasitas, serta pengoperasian alat relatif mudah. Teknologi ini sangat cocok untuk digunakan di wilayah yang tidak terdapat atau sedikit sekali sumber air tawar misalnya untuk daerah pesisir dan pulau-pulau kecil (Nasir dkk, 2014).

Tabel 2.5 Jenis Membran Filtrasi

Jenis Membran	Jari-jari Lubang (micron)	Tekanan Kerja (bars)
RO	0.0006	15-70
Elektrodialisis	0.001	Menggunakan potensial listrik
Ultrafiltrasi	0.002-0.1	0.15-1.85
Mikrofiltrasi	0.03-10	0.15-1.5

Sumber: Healy, 2012.

## 2.5 Parameter Analisa *Aquadest*

### 2.5.1 Konduktivitas

Konduktivitas (Daya Hantar Listrik/ DHL) adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik. Konduktivitas dinyatakan dengan satuan  $\mu\text{mhos/cm}$ , dapat dideteksi dengan menggunakan alat EC meter (*Elektrik Conductance*). Pengukuran daya hantar listrik bertujuan mengukur kemampuan ion-ion dalam air untuk menghantarkan listrik serta memprediksi kandungan mineral dalam air.

### 2.5.2 *Total Dissolved Solids* (TDS)

Jumlah garam terlarut dapat ditentukan dengan pengukuran *Total Dissolved Solids* (TDS) karena jumlah konsentrasi garam dalam air sangat tinggi terutama air laut yang banyak mengandung senyawa kimia. TDS merupakan indikator dari jumlah partikel atau zat baik berupa organik maupun non-organik. Satuan yang biasa digunakan yaitu ppm (*part per million*) atau sama dengan miligram per liter (mg/l). Deteksi TDS pada air dengan menggunakan alat TDS scan yang berupa stik yang bekerja secara otomatis dan mampu menunjukkan jumlah polutan didalam air.

### 2.5.3 Resistivitas

Resistivitas merupakan kebalikan dari konduktivitas, dimana resistivitas adalah kesanggupan suatu bahan untuk menghambat aliran listrik yang mengalir didalamnya, dimana listrik hanya dapat mengalir dalam bahan yang bersifat konduktif. Semakin besar nilai resistivitas suatu zat maka akan semakin sulit zat tersebut dapat menghantarkan listrik. Satuan resistivitas yaitu  $\Omega\cdot\text{m}$ .



#### 2.5.4 pH (*Power of Hydrogen*)

pH (*Power of Hydrogen*) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebebasan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen ( $H^+$ ) yang terlarut. Skala pH berkisar 0-14, pH 7,0 ditetapkan sebagai pH netral. pH kurang dari 7 disebut bersifat asam, dan larutan dengan pH lebih dari 7 bersifat basa. pH biasanya diukur menggunakan pH meter.